

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-000737  
(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl.

B21F 15/08  
B21J 7/16  
B23K 11/02  
B23K 11/24  
B23K 11/25

(21)Application number : 09-152682  
(22)Date of filing : 10.06.1997

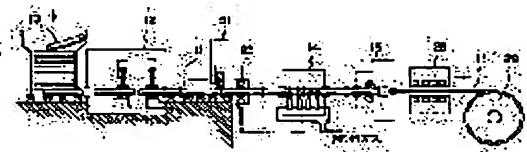
(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
(72)Inventor : TANAKA TAKASHI  
WAJIYATA TAKAYUKI

## (54) APPARATUS FOR MANUFACTURING LONG WIRE ROD AND MANUFACTURE OF LONG WIRE ROD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently manufacture a high quality long wire rod having high joined strength of a welded part over the whole length by continuously welding plural wire rod elements and working the welded part heated with a heating device at the working ratio in a specific range.

SOLUTION: The tip part of the long wire rod 11 is held with a wire rod conveying device 28 providing a rotary chuck and the long wire rod 11 is conveyed in the heating device 14 direction. Welded deforming part is detected with a welded part detecting instrument 23 arranged at the inlet side of the heating device 14, and an attached heating burner is ignited. Further, a switch of the heating burner is turned off after passing for a prescribed time with a timer. The long wire rod 11 heated with the heating device 14 is supplied into a working device 15 composed of roller dies and a swaging machine and worked at e.g. 26.5% (in the range of 5-50%) working ratio. The worked long wire road 11 is wound with a coiling drum 29.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-737

(43)公開日 平成11年(1999)1月6日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 2 1 F 15/08  
B 2 1 J 7/16  
B 2 3 K 11/02  
11/24  
11/25

識別記号

3 1 0  
3 4 5

F I  
B 2 1 F 15/08  
B 2 1 J 7/16  
B 2 3 K 11/02  
11/24  
11/25

A

3 1 0  
3 4 5

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-152682

(22)出願日 平成9年(1997)6月10日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 田中 隆

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 和蛇田 隆之

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

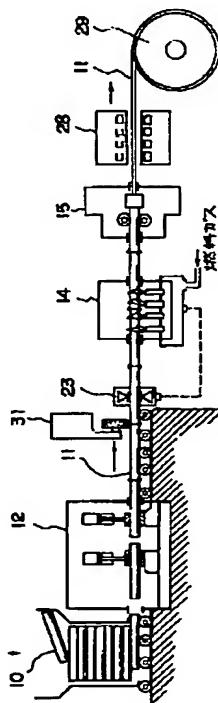
(74)代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54)【発明の名称】 長尺線材製造装置および長尺線材製造方法

(57)【要約】

【課題】溶接部の接合強度が大きく、特性のばらつきが少ない高品質の長尺線材を安定して量産することが可能な長尺線材製造装置および長尺線材製造方法を提供する。

【解決手段】複数の線材要素10の端面同士を軸方向に連続的に溶接して長尺線材11を形成する溶接装置12と、溶接部を加熱する加熱装置14と、加熱した溶接部を5~50%の加工率で加工する加工装置15とを備えることを特徴とする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 複数の線材要素の端面同士を軸方向に連続的に溶接して長尺線材を形成する溶接装置と、溶接部を加熱する加熱装置と、加熱した溶接部を5～50%の加工率で加工する加工装置とを備えることを特徴とする長尺線材製造装置。

**【請求項2】** 溶接装置は、溶接部の変形量を測定する形状測定器と、上記変形量に対応して溶接電流を調整制御する電流制御器とを備えた突合せ抵抗溶接装置であることを特徴とする請求項1記載の長尺線材製造装置。

**【請求項3】** 加工装置は、本体リングの内周面に複数のローラを介して回転自在に保持された回転主軸と、ハンマと一体化し、上記回転主軸によって回転される複数のダイスとを備え、長尺線材の軸に直角方向から上記ダイスによって長尺線材を転打加工する回転鍛造装置（スウェービングマシン）であることを特徴とする請求項1記載の長尺線材製造装置。

**【請求項4】** 複数の線材要素の端面同士を軸方向に連続的に溶接し、溶接部を加熱した後に、加熱した溶接部を5～50%の加工率で加工することを特徴とする長尺線材製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は長尺線材製造装置および長尺線材製造方法に係り、特に溶接部の接合強度が大きく、特性のばらつきが少ない高品質の長尺線材を安定して量産することが可能な長尺線材製造装置および長尺線材製造方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** タングステン（W）やモリブデン（M）などの高融点金属から成る棒線材製品を製造する場合においては、製品歩留りを高め、さらに生産性を向上させるために加工素材の長尺化が図られている。特に上記高融点金属素材のように焼結工程を経て製造される加工素材では、焼成炉の寸法等によって加工素材の寸法が制限される。そのため、加工素材の長尺化を図るために複数の短い加工素材の端面同士を突き合せ溶接し軸方向に接合する工程が必須となる。

**【0003】** 上記溶接工程において使用される溶接装置としては、一般に、突合せ抵抗溶接装置が広く用いられており、線状または棒状の被溶接材（加工素材）の材料種類、直径に応じて、突合せ応力、溶接電流などが管理されており、これらの運転管理項目は、従来からの経験値に基づいて設定されていた。

**【0004】** そして複数の加工素材を溶接して形成した長尺加工素材は、次に鍛造加工装置によって所定の断面形状を有するように加工されて長尺線材となる。

**【0005】** 図9は上記の鍛造加工装置の一例を示す断面図であり、2ダイス式の回転鍛造装置（スウェービングマシン）1の構成を示す断面図である。この回転鍛造

装置1は、円環状の本体リング（ケージ）2の内周面に複数のローラ3を介して回転自在に保持された回転主軸4と、ハンマ5およびシム6と一体化し、上記回転主軸4によって回転される2個のダイス7とを備える。

**【0006】** 上記回転鍛造装置1において、ハンマ5が回転主軸4とともに回転しながらローラ3の位置にくると、ダイス7は回転中心方向（加工素材方向）に押圧される一方、ハンマ5が隣り合う2個のローラ3、3の間に位置すると、ダイス7は遠心力によって半径外方向に押し上げられる。したがって回転主軸4の回転数を上昇させると、ダイス7による加工素材8の転打圧縮加工を高頻度で繰り返すことができる。

**【0007】** 上記回転鍛造加工においては、被加工材に押圧されるダイス7の先端形状を変化させることにより、種々の断面形状を有する長尺線材を形成することができる。また、従来の回転鍛造装置においては、本体リング2は所定の内径を有するように固定されており、長尺線材8の加工径は、ハンマ5とダイス7との間に介装するシム6の厚さを変えることによって調整していた。

**【0008】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら上記従来の製造装置においては、複数の加工素材（線材要素）を接合して形成した長尺線材の溶接部の接合強度が不足しているため、その後の加工工程において長尺線材の溶接切れや破断が生じ易く、その都度、各構成装置の段取り替えや再調整などが必要になるため、長尺線材の製造歩留りや製造効率が極端に低下してしまう問題点があった。

**【0009】** 上記接合強度の向上策については様々な検討がなされているが、その向上策としては前記のような溶接条件の最適化、電流パターンの最適化が大部分である。しかしながら、上記溶接条件の最適化だけでは十分な接合強度が得られない材料もあり、何らかの対応が必要とされていた。

**【0010】** すなわち、従来装置においては、被溶接材（加工素材）の加工履歴や熱履歴の違いや寸法の違いが配慮されておらず、溶接部の接合強度を十分に高くすることが困難であった。また溶接装置として突合せ抵抗溶接装置を使用する場合には、溶接機の電極と電極クランプとの接触状態が変化し易く、溶接部の接合強度のばらつきが大きくなる難点があった。

**【0011】** また鍛造加工装置として、図9に示すように、内径が固定された本体リングを用いた回転鍛造装置（スウェービングマシン）を使用した場合には、シムによって長尺線材の加工径を一旦調整した後においても、長尺線材から伝達される熱によってダイス、ハンマ、ローラなどの構成材が熱膨張し易い。ところが、本体リング内径は一定に形成されているため、上記構成材の熱膨張量に相当する寸法変動分が長尺線材の加工外径に対して直接的に影響を及ぼす。また、ダイス、ハンマ、ロー

ラなどの構成部品の摩耗による寸法変動を是正する機構もないため、一定の外径を有する長尺線材を安定した状態で量産することが困難となる問題点もあった。

【0012】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、特に溶接部の接合強度が大きく、特性のばらつきが少ない高品質の長尺線材を安定して量産することが可能な長尺線材製造装置および長尺線材製造方法を提供することを目的とする。

### 【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明に係る長尺線材製造装置は、複数の線材要素の端面同士を軸方向に連続的に溶接して長尺線材を形成する溶接装置と、溶接部を加熱する加熱装置と、加熱した溶接部を5～50%の加工率で加工する加工装置とを備えることを特徴とする。

【0014】また、本発明に係る長尺線材製造方法は、複数の線材要素の端面同士を軸方向に連続的に溶接し、溶接部を加熱した後に、加熱した溶接部を5～50%の加工率で加工することを特徴とする。

【0015】上記溶接装置としては、複数の線材要素の接合面（端面同士）を突き合せて、この接合面に直角に大電流を短時間流し、接合面での抵抗発熱によって局部的溶融を起こさせて溶接する突合せ抵抗溶接装置が好適に使用される。

【0016】また、WやMoから成る線材要素を溶接すると、接合部組織の再結晶化が進行して結晶の粗大化が起り、接合部が脆くなり、後工程において線材の折損や破損が生じ易い。そこで溶接部を加熱装置で加熱した後に所定の加工率で加工して接合部の結晶組織を微細化し、強靭化することが必要である。

【0017】上記加熱装置としては、火炎バーナ装置や高周波加熱装置が好適に使用できる。また加熱対象部は、溶接した線材要素全体でもよいが、溶接部のみを加熱することも可能である。加熱装置による加熱温度は線材の種類によって異なるがタンクステンの場合、900～1200°C程度である。この加熱操作を実施しないと、後述の加工工程において線材の溶接部が破断し易くなる。

【0018】また加工装置は加熱した溶接部を5～50%の加工率で加工することにより、溶接界面部の組織を相互にインターロックさせて溶接強度を高めるとともに、長尺化した線材の許容曲げ量も増加させる。上記加工装置における加工率が5%未満と過小な場合には、上記溶接強度および許容曲げ量の改善効果が不十分となる。一方、加工率が50%を超えるように过大な場合には、線材の加工部と未加工部との境界部分で強度が劣化し、後工程において割れ等の欠陥が発生し易くなる。

【0019】上記加工装置としては鍛造装置、圧延装置、引き抜き装置などが使用できるが、特にWやMoなどの高融点材料から成る線材を転打伸線加工するために

は、図9に示すような回転鍛造装置（スウェージングマシン）が好適である。

【0020】また、溶接装置として、溶接部の変形量を測定する形状測定器と、上記変形量に対応して溶接電流を調整制御する電流制御器とを備えた突合せ抵抗溶接装置を使用することにより、溶接部の変形量の大小に対応して溶接電流が常に最適値に調整制御される結果、溶接部の接合強度が一定した長尺線材を安定した状態で自動的に量産することができる。

【0021】さらに、加工装置として、本体リングの内周面に複数のローラを介して回転自在に保持された回転主軸と、ハンマと一体化し、上記回転主軸によって回転される複数のダイスとを備え、長尺線材の軸に直角方向から上記ダイスによって長尺線材を転打加工する回転鍛造装置（スウェージングマシン）を使用することにより、長尺線材を効率的に製造することができる。

【0022】また、回転鍛造装置の本体リングは、周方向に分割された複数のリング要素から成り、各リング要素を半径方向に移動することにより本体リング内径を調整自在に構成する一方、回転鍛造装置は転打加工後の長尺線材の外径を測定する外径センサと、外径センサからの検出値に対応して各リング要素の半径方向位置を制御し本体リング内径を調整する調整装置とを備えるように構成してもよい。

【0023】上記構成によれば、ダイス、ハンマ、ローラなどの構成部品の熱膨張による寸法変化および摩耗による寸法変化が生じ加工後の長尺線材の外径に差異を生じた場合においても、各リング要素の半径方向位置が上記線材の外径差を吸収するように自動的に調整制御されるため、常に外径が一定である長尺線材を安定して製造することができる。

### 【0024】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施形態について添付図面を参照して具体的に説明する。図1は本発明に係る長尺線材製造装置の一実施例を示す構成図である。

【0025】すなわち本実施例に係る長尺線材製造装置は、複数の線材要素10の端面同士を軸方向に連続的に溶接して長尺線材11を形成する溶接装置12と、各溶接部の外周を研削する研削装置13と、溶接部13を加熱する加熱装置14と、加熱した溶接部13を5～50%の加工率で加工する加工装置15とを備えて構成される。

【0026】ここで、上記溶接装置12は、図2に示すように溶接部13の変形量を測定する形状測定器16と、上記変形量に対応して溶接電流を調整制御する電流制御器17とを備えた突合せ抵抗溶接装置で構成されている。この突合せ抵抗溶接装置は、軸方向に対向した一対の線材要素10、10をそれぞれ把持するクランプチップ18と、各線材要素10、10に溶接電流を供給する電極19と、クランプチップ18を開閉するクランプ

シリンダ20と、電流制御器17からの制御信号により溶接電圧を設定する電圧設定器21と、クランプした一方の線材要素10を他方の線材要素10の接合面に押圧する突合せ加圧シリンダ22とを備えている。

【0027】また加熱装置としては、図1に示すように、燃料ガスの燃焼熱によって長尺線材の溶接部を加熱する火炎バーナ式加熱装置14が配設されている。この加熱装置14は、長尺線材11の溶接部を検出する溶接部検出装置23を備え、検出した溶接部が加熱装置14内に移動した時点で火炎バーナを着火するように構成されている。

【0028】加工装置15は、ローラダイスの他に、図6および図7に示すように、本体リング2aの内周面に複数のローラ3を介して回転自在に保持された回転主軸4と、ハンマ5およびシム6と一体化し、上記回転主軸4によって回転される複数のダイス7とを備え、長尺線材8の軸に直角方向から上記ダイス7によって長尺線材を転打加工する回転鍛造装置（スウェービングマシン）1aで構成されている。

【0029】特に上記回転鍛造装置1aの本体リング2aは、周方向に分割された複数のリング要素2bから成り、各リング要素2bを半径方向に移動することにより本体リング2a内径を調整自在に構成する一方、回転鍛造装置1aは転打加工後の長尺線材8の外径を測定するレーザ式外径センサ24と、外径センサ24からの検出値に対応して各リング要素2bの半径方向位置を制御し本体リング2a内径を調整する調整装置25とを備えて構成される。

【0030】本体リング2aを構成する各リング要素2bは、スリット26を介して円環状に配置されている。また各リング要素2bは、調整装置25からの調整信号によって半径方向に開閉するコレットチャック部27と一緒に固定されている。そしてコレットチャック部27の開閉動作によって本体リング2aの内径が自動的に調整されるように構成されている。

【0031】また図1に示すように加工装置15で加工された長尺線材11を搬送する線材搬送装置28と、搬送された長尺線材11を巻き取る巻取りドラム29とが配設されている。なお上記線材搬送装置28としては、手動式または自動式のいずれも採用することが可能であり、あるいはフィードローラ等から成る自動搬送装置を使用することもできる。

【0032】上記のように構成された長尺線材製造装置を使用して長尺線材を製造した具体例を以下に説明する。まずM○焼結体を高温加工して直径6mmの円柱状線材要素10を用意した。次に各線材要素を図2に示すような突合せ抵抗溶接装置12を使用して突合せ溶接した。

【0033】図3は突合せ溶接装置の通電前における線材要素10の形状を示す正面図であり、図4は通電後に

おける形状を示す正面図である。通電後においては溶接部13が軟化・変形して溶接変形部（ナゲット部）30が形成される。

【0034】こうして複数の線材要素10を軸方向に複数個溶接して形成した長尺線材11を図10に示す。長尺線材11には所定間隔をおいて溶接変形部（ナゲット部）30が形成されている。

【0035】次に図10に示す長尺線材11の溶接変形部30の外周を図1に示す研削装置31を用いて研削して、図11に示すように研削部の外径が7mmの長尺線材11を形成した。

【0036】次に回転チャックを装備した線材搬送装置28により長尺線材11の先端をつかみ、長尺線材11を加熱装置14方向に搬送する。加熱装置14の入口側に設けた溶接部検出装置23にて溶接変形部30を検出し、付設した加熱バーナが着火される。また加熱バーナのスイッチはタイマによって所定時間後にOFFとなる。

【0037】加熱装置14によって加熱された長尺線材11は、ローラダイスやスウェービングマシンから成る加工装置15に供給され、溶接部の外径が7mmから6mmになるように26.5%の加工率で加工される。加工された長尺線材11は巻取りドラム（スプール）29によって巻き取られる。

【0038】このように短尺の線材要素を複数本、軸方向に溶接し、その溶接部を加熱後、所定の加工率で加工することにより、全長に亘り、溶接部の接合強度が高く高品質の長尺線材を効率的に製造することが可能であった。

【0039】本実施例の長尺線材製造装置によって製造された長尺線材の溶接部の接合強度は、溶接変形部を研削するのみの従来法で製造した長尺線材と比較して平均で26%も大幅に改善された。また曲げ変形量も従来と比較して5倍程度に増加した。したがって、長尺線材を、さらにフィラメントなどの細線に2次加工する際にも割れや切断事故の発生が少なく、2次線材の量産性を飛躍的に改善することができた。

【0040】本実施例に係る長尺線材製造装置において、特に溶接工程での溶接変形量に対応して溶接電流を調整することにより、溶接部の接合強度が高い長尺線材が得られることが判明している。

【0041】すなわち、長尺線材の溶接部の接合強度に影響を与える最も重要な因子は溶接部の変形量である。本実施例のように複数の線材要素を突合せ溶接して長尺線材を製造する場合、図4に示すような溶接変形部30が形成される。ここで溶接変形部の界面における新生面の発生量の大小が接合強度に大きく影響することが本願発明者らの研究によって明らかになっている。すなわち、新生面の発生量を増加させることが強度向上に必要である。

【0042】ここで、図4に示す溶接変形部（ナゲット部）30の外径Dと幅Wとの比 $\delta$ （D/W）が新生面の発生量に対応しているので上記比 $\delta$ の値が最適範囲になるように溶接電流を調整すれば強度向上が得られる。ここで一般に、溶接電流が小さいと $\delta$ は小さくなる一方、溶接電流が高いと $\delta$ は大きくなる。但し、溶接電流が過度に高いと材料の溶融を生じたり、結晶粒の粗大化による線材の品質低下も起こし易いため、 $\delta$ 値について適正な範囲を決定する必要がある。

【0043】本実施例では次のような溶接方法を採用した。すなわち図2に示す溶接装置において、クランプシリング20を作動させることにより線材要素10をクランプチップ18にて固定する。次に突合せ加圧シリンダ22を作動させて、対向する一対の線材要素10、10を突き合せる。次に電圧設定器21で設定した電圧を電極19間に印加することにより線材要素10、10に通電し、抵抗発熱により接合部を軟化変形させることにより溶接を行う。

【0044】その後、形状測定器16によって溶接変形部（ナゲット部）30の形状（図4に示す径Dおよび幅W）を測定する。この形状が所定の寸法範囲から外れている場合には、図5のフローチャートに示す制御手順に従って、電圧を自動調整し、次の溶接条件を修正する。

【0045】すなわち、図2に示す形状測定器16によって、図4に示すように溶接した線材要素10、10の溶接変形部（ナゲット部）30の外径Dと幅Wとが測定される。タングステン（W）から成る直径6mmの線材要素10、10を溶接接合する場合においては、上記溶接変形部30の外径Dと幅Wとの形状比 $\delta$ （=D/W）が2.0～2.2の範囲で溶接強度が大きくなることが判明した。すなわち、溶接変形部30の外径Dと幅Wとの形状比が大きくなるに従って接合界面の強度が増加する。さらに強度を増加させるためには溶接電流を高めていけば良いが、過度に高めると溶接変形部30の温度上昇により再結晶化が起こり易くなり界面付近が脆弱化する傾向がある。よって、上記のような形状比の値 $\delta$ の適正な範囲が存在する。

【0046】溶接装置12における溶接電流は、上記溶接変形部30の形状比 $\delta$ に応じて電圧設定器21の電圧を制御することにより調整される。すなわち、例えば直径6mmのW材から成る線材要素を接合する場合には図5のフローチャートに示すように、最適な溶接変形部の形状比 $\delta_0$ が2.0～2.2となるように初期設定され、300Vの溶接電圧によって溶接が実行される。そして形状測定器16による溶接変形部の形状測定が実行され、実際の溶接変形部の形状比 $\delta$ が測定される。ここで上記形状比 $\delta$ が所定の範囲（2.0～2.2）に納まつていれば、当該溶接箇所の溶接操作は終了（END）となる。しかしながら、形状比 $\delta$ が上記範囲未満となる場合には、さらに20Vだけ溶接電圧を上昇せしめて溶接

が実行される。一方、形状比 $\delta$ が上記範囲を超えて過大になる場合には、溶接電圧を20Vだけ降下せしめ、溶接電流を抑制しながら突き合せ溶接を実行する。

【0047】上記実施例によれば、長尺線材の溶接変形部の形状に応じて溶接電流を最適範囲に制御しているため、各溶接部の接合強度が高く、品質のばらつきが少ない長尺線材を安定的に製造することができた。

【0048】なお、上記実施例においては、溶接変形部の外径Dおよび幅Wから検出される形状比 $\delta$ に基づいて溶接電流を調整しているが、簡易的には上記溶接変形部の外径Dのみに基づいて電流を調整した場合においても強度のばらつきが少ない長尺線材が得られた。この場合、溶接変形部の外径Dは、11.5～12.5の範囲に規定することが好ましい。

【0049】また本実施例に係る長尺線材製造装置によれば、図6および図7に示すように加工後における長尺線材の外径の変動に合わせて回転鍛造装置（スウェージングマシン）の本体リング内径を調整可能なように構成されているため、装置構成部品の熱膨張や摩耗による寸法変動が効果的に吸収される。したがって、外径の変動が少なく、外径寸法が一定の長尺線材を安定して製造することができる。

【0050】すなわち、本実施例装置の加工装置は、図9に示すように内径が固定された本体リング2を有する回転鍛造装置1ではなく、図6および図7に示すように、本体リング2aをスリット26を介して複数のリング要素2bに分割し、各リング要素2bをコレットチャック方式にして、油圧機構やモータ機構で駆動するよう構成されているため、長尺線材の加工径を変化させることができる。すなわち、加工装置は、図6および図7に示すように、各リング要素2bと一体化したコレットチャック部27と、スウェージング加工後の長尺線材8の外径を測定するレーザ式外径センサ24と、加工後の長尺線材8の外径に基づいてコレットチャック式の本体リング2aの内径を制御する調整装置25とを有する。

【0051】長尺線材のスウェージング加工を開始した後に、レーザ式外径センサ24によってスウェージング加工後における長尺線材8の外径測定を開始し、目標外径と実外径との差異を調整装置25の演算部で算出し、さらにこの差異から本体リング2aの内径補正值を算出してコレットチャック部27に伝達し、各リング要素2bと一体化したコレットチャック部27の半径方向位置が油圧機構またはモータにより調整される。

【0052】例えば、長尺線材8の外径が、スウェージングマシンを構成するダイス、ハンマ、ローラなどの熱膨張や摩耗によって細くなると、調整装置25の演算部における計算結果により、コレットチャック部27が半径外方に拡開して本体リング2aの内径を広げていく。このような一連の調整動作を、ダイス、ハンマ、ローラなどの加工装置構成部品全体が過飽和熱量に達するまで

繰り返すことによって、長尺線材8の加工径（外径）を常に一定に保持することができる。

【0053】図8は長尺線材の加工本数と加工した長尺線材の外径との関係を示すグラフである。図8において破線は図9に示す固定式の本体リングを使用した従来の回転鍛造装置を利用して加工した場合を示し、加工開始当初と加工後期において長尺線材の外径が大きくずれる傾向が観察される。

【0054】一方、図8において実線は、図6および図7に示すような内径寸法を調整できる本体リングを使用した本実施例に係る回転鍛造装置を利用して加工した場合を示し、加工開始から加工後期に至るまで長尺線材の加工外径の変化はほとんどなく、寸法のばらつきが少ない線材が得られた。

#### 【0055】

【発明の効果】以上説明の通り、本発明に係る長尺線材製造装置によれば、短尺の線材要素を複数本、軸方向に溶接し、その溶接部を加熱後、所定の加工率で加工しているため、全長に亘り、溶接部の接合強度が高く高品質の長尺線材を効率的に製造することができる。また溶接工程での溶接变形量に対応して溶接電流を調整することにより、溶接部の接合強度が高い長尺線材が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る長尺線材製造装置の一実施例の構成を示す正面図。

【図2】本発明で使用する溶接装置の構成例を示す断面図。

【図3】抵抗溶接装置の通電前における線材要素の状態を示す正面図。

【図4】抵抗溶接装置の通電後における線材要素の状態を示す正面図。

#### 【図5】溶接電流の制御手順を示すフローチャート。

【図6】本発明で使用する加工装置（スウェージングマシン）の構造を示す断面図。

#### 【図7】図6に示す加工装置の側断面図。

【図8】長尺線材の加工本数と外径との関係を示すグラフ。

#### 【図9】従来の回転鍛造装置（スウェージングマシン）

の要部を示す断面図。

【図10】線材要素を溶接して得た長尺線材の形状を示す平面図。

【図11】溶接変形部外周を研削した長尺線材の形状を示す平面図。

#### 【符号の説明】

1 回転鍛造装置（スウェージングマシン）

2, 2a 本体リング（ケージ）

2b リング要素

3 ローラ

4 回転主軸

5 ハンマ

6 シム

7 ダイス

8 加工素材（長尺線材）

10 線材要素

11 長尺線材

12 溶接装置（突合せ抵抗溶接装置）

13 溶接部

14 加熱装置

15 加工装置（回転鍛造装置、スウェージングマシン）

16 形状測定器

17 電流制御器

18 クランプチップ

19 電極

20 クランプシリンダ

21 電圧設定器

22 突合せ加圧シリンダ

23 溶接部検出装置

24 レーザ式外径センサ

25 調整装置

26 スリット

27 コレットチャック部

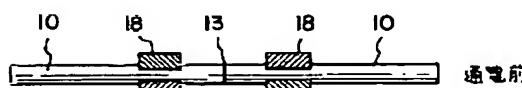
28 線材搬送装置

29 卷取りドラム（スプール）

30 溶接変形部（ナゲット部）

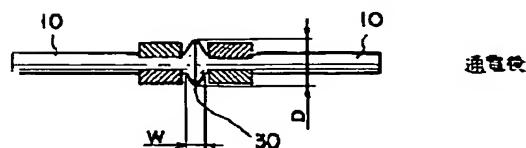
31 研削装置

【図3】



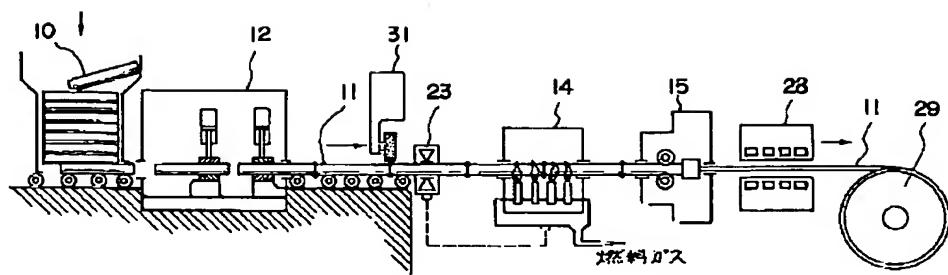
【図3】 通電前

【図4】

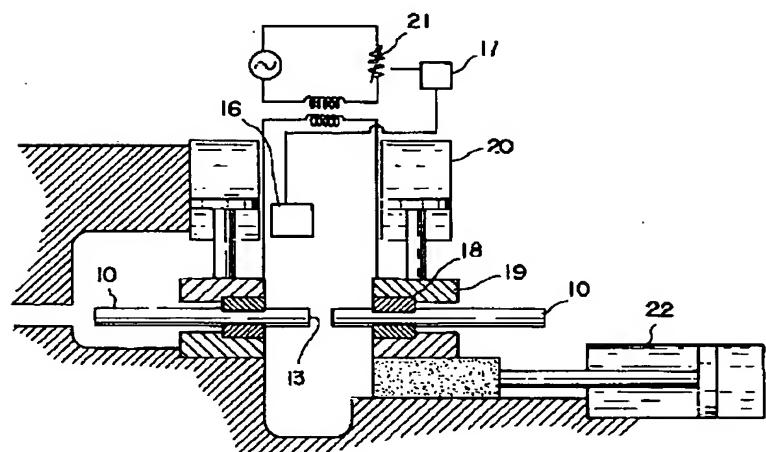


【図4】 通電後

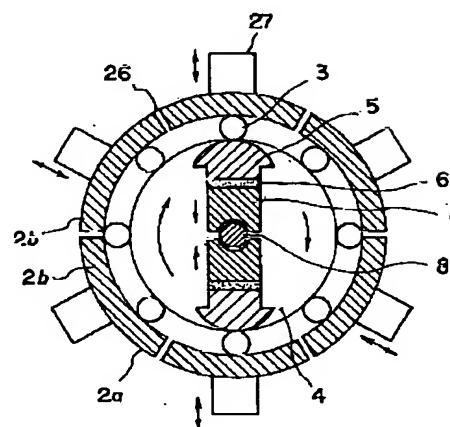
【図1】



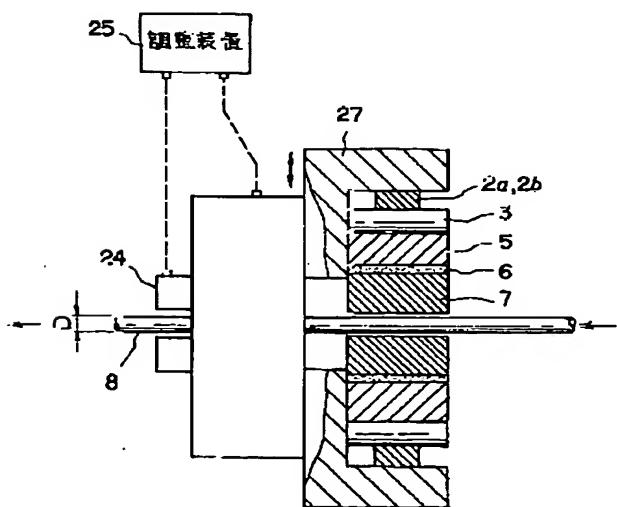
【図2】



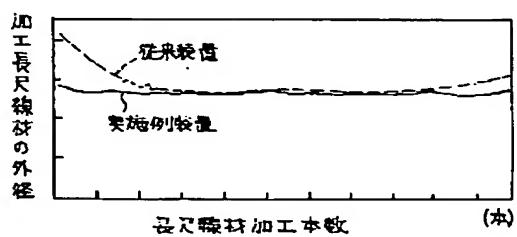
【図6】



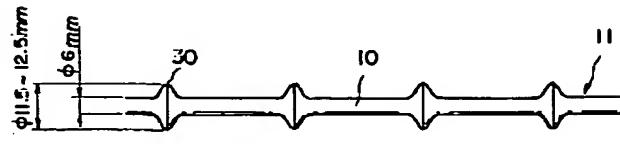
【図7】



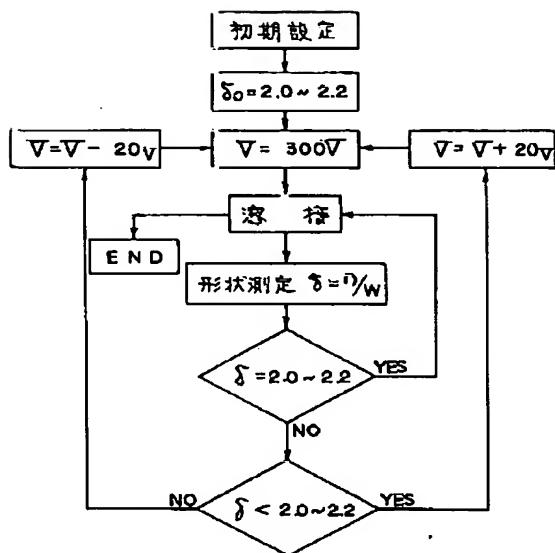
【図8】



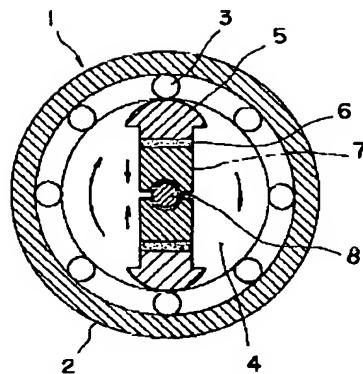
【図10】



【図5】



【図9】



【図11】

